Centro Agrícola, 42(2):25-32; abril-junio, 2015
ISSN papel: 0253-5785 ISSN on line: 2072-2001
CE: 03,15 CF: cag042152023

EDITORIAL Feijóo

Evaluación de microorganismos eficientes y *Trichoderma harzianum* en la producción de posturas de cebolla (*Allium cepa* L.)

Evaluation of the effect of efficient microorganisms and *Trichoderma harzianum* application on the production of onion plantlets (*Allium cepa* L.)

Ramón Liriano González[1], Dania Bárbara Núñez Sosa[1], Lidia Hernández La Rosa[2] y Amarilis Castro Arrieta[2]

[1] Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos" (UMCC), Autopista a Varadero Km. 3 Matanzas, Cuba. C.P. 40100
[2] SUM "Rafael Trejo" Los Arabos, Matanzas, Cuba, C.P. 43300.

E-mail: ramon.liriano@umcc.cu

RESUMEN. La investigación se desarrolló en el huerto intensivo de la Cooperativa de Créditos y Servicios Fortalecida (C.C.S.F.) "Ramón Ruiz del Sol", perteneciente al municipio Los Arabos, provincia Matanzas, con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de Microorganismos Eficientes (ME) y *Trichoderma harzianum* Rifai sobre los principales índices de crecimiento, en plántulas de cebolla (*Allium cepa* L.) en la etapa de semillero. Se estudiaron seis tratamientos (Control; 24 kg.m^{-2} de materia orgánica (estiércol vacuno); 30 g.m^{-2} de *T. harzianum* ; 15 mL.m^{-2} de Microorganismos Eficientes en el momento de la siembra, a los 15 y 30 días de germinada la semilla; 24 kg.m^{-2} de Materia orgánica + 30 g.m^{-2} de *T. harzianum* + 15 mL.m^{-2} de Microorganismos Eficientes a los 15 y 30 días de germinada la semilla; 30 g.m^{-2} de *T. harzianum* + 15 mL.m^{-2} de Microorganismos Eficientes a los 15 y 30 días de germinada la semilla). El diseño experimental fue bloques al azar y las evaluaciones (altura de las plántulas, número de hojas, diámetro del falso tallo, longitud radical, peso del sistema radical y área foliar) se realizaron a los 55 días de germinadas las semillas. Los resultados demostraron que la aplicación de ME y *T. harzianum* favoreció la producción de postura de cebolla con mayor calidad, resultando el quinto tratamiento (24 kg.m^{-2} de Materia orgánica + 30 g.m^{-2} de *T. harzianum* + 15 mL.m^{-2} de Microorganismos Eficientes a los 15 y 30 días de germinada la semilla) el de mejores resultados en las variables evaluadas.

Palabras claves: Microorganismos Eficientes, *Trichoderma harzianum*, semillero, cebolla.

ABSTRACT. The research was done in the intensive-farming areas of the Cooperative of Credits and Services "Ramón Ruiz del Sol", in Los Arabos, Matanzas. The objective was to evaluate the application effects of effective microorganism (EM) and *Trichoderma harzianum* on the main growth indexes of onion seedlings (*Allium cepa* L.) during nursery stage. Six treatments were studied (control, organic matter at 24 kg.m^{-2}, *T. harzianum* at 30 g.m^{-2}, Effective Microorganisms at 15 mL.m^{-2} at the moment of sowing and 15 and 30 days after the germination of the seeds, organic matter at 24 kg.m^{-2} + *T. harzianum* 30 g.m^{-2} + Efficient Microorganisms at 15 mL.m^{-2} at 15 and 30 days after germination of the seeds, and *T. harzianum* 30 g.m^{-2} + Efficient Microorganisms at 15 mL.m^{-2} at 15 and 30 days after the germination of the seeds. The experiment was arranged in a randomized block design. 55 days after seed germination, the height of the seedlings, number of leaves per seedlings, diameter of the false stem, root length, as well as the fresh and dry weight of the radical system and the foliate area were evaluated. The results proved that the Effective Microorganisms (EM) and *T. harzianum* application improved the production of quality onion seedlings. The treatment 5 (organic matter 24 kg.m^{-2} + *T. harzianum* 30 g.m^{-2} + Efficient Microorganisms at 15 mL.m^{-2} at 15 and 30 days after germination) had better results in the evaluated variables.

Key words: Effective Microorganisms, *Trichoderma harzianum*, seed bed, onion.

VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

INTRODUCCIÓN

Dentro de la producción mundial de alimentos las hortalizas ocupan un lugar destacado y su consumo cobra cada día mayor importancia, derivado del papel que desempeñan en la dieta familiar. La cebolla (*Allium cepa* L.) es una especie con alta adaptabilidad, que se produce y consume en casi todos los países, por lo que constituye una de las tres hortalizas más importante y ampliamente cultivada en el mundo (Rodríguez, 2004).

En Cuba presenta una alta demanda por la población y puede propagarse a través de la siembra "directa" (mediante semillas), bulbillos o por "trasplante" (mediante posturas), las que se producen tradicionalmente en canteros denominados "semilleros", debido a que las semillas requieren de cuidados especiales para su germinación y el normal crecimiento de las plántulas.

Una buena conducción y manipulación de la postura determinará la calidad del trasplante, el número de plantas por unidad de superficie y el éxito de la cosecha final. Por tales motivos, las prácticas agrícolas que se realizan en la fase de semillero deben estar encaminadas a promover el desarrollo vegetativo y la eficiencia del sistema radical que es poco profundo.

Madera *et al.* (2009) refiere que la inoculación con microorganismo eficiente (ME) al ecosistema constituido por el suelo y las plantas pueden mejorar la calidad y la salud de los suelos, así como el crecimiento, rendimiento y calidad de los cultivos. También, Donoso *et al.* (2008), argumentan que la aplicación de *Trichoderma harzianum* Rifai en semillero o el trasplante, puede causar un incremento del crecimiento de la planta y el desarrollo del sistema radical, debido a la producción de factores que pueden estimular la capacidad para aprovechar los nutrientes.

El empleo de diferentes productos de origen biológico puede constituir una alternativa en la producción de posturas de cebolla más vigorosas, con un sistema radical más desarrollado y por tanto mejor adaptadas a las condiciones de estrés que se producen durante el trasplante. El presente trabajo tiene como objetivo evaluar los efectos de la aplicación de microorganismos eficientes (ME) y *T. harzianum* sobre los principales índices de crecimiento de las plántulas de cebolla (*Allium cepa* L.) en la etapa de semillero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para cumplimentar el objetivo propuesto se desarrolló el presente estudio en áreas del huerto intensivo de la Cooperativa de Créditos y Servicio Fortalecida (C.C.S.F.) "Ramón Ruiz del Sol", perteneciente al Municipio Los Arabos, provincia de Matanzas, en el cultivo de la cebolla, variedad H-7.

La caracterización de la composición microbiológica del inóculo de ME fue realizada en el Laboratorio de Microbiología de la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos" (Tabla 1). Para el aislamiento de los grupos de Bacterias, Hongos, Levaduras y Lactobacilos se tomó 1 mL de la muestra y se siguió la metodología de las diluciones seriadas (Stanier, 1996). Para Bacterias, Hongos y Levaduras, se realizaron diluciones en solución salina estéril (0,9 % de NaCl) hasta 10^{-6}; para Lactobacilos se utilizó agua peptonada (0,1 %) hasta 10^{-9}. Posteriormente se inocularon 0,5 mL en la superficie de los medios (placas que contenían agar nutriente para Bacterias, dilución 10^{-6}; agar Saborout para Hongos, dilución 10^{-5}; agar papa dextrosa para Levaduras, dilución 10^{-4}; y los Lactobacilos se inocularon en doble capa de agar MRS la dilución 10^{-9}). La incubación para Bacterias y Lactobacilos se realizó a 37 ºC durante 24 h mientras que para Hongos y Levaduras a 30 ºC durante 24-72 h (Incubadora TermoScientic).

Los tratamientos estudiados fueron los siguientes:

- T1 = Control
- T2 = 24 kg.m^{-2} de materia orgánica (estiércol vacuno)
- T3 = 30 g.m^{-2} de *T. harzianum*
- T4 = 15 mL.m^{-2} de ME en el momento de la siembra, a los 15 y 30 días de germinada la semilla
- T5 = 24 kg.m^{-2} de materia orgánica + 30 g.m^{-2} de *T. harzianum* + 15 mL.m^{-2} de ME a los 15 y 30 días de germinada la semilla
- T6 = 30 g.m^{-2} de *T. harzianum* + 15 mL.m^{-2} de ME a los 15 y 30 días de germinada la semilla

Tabla 1. Composición microbiológica del inóculo

Microorganismos	Concentración (ufcml^{-2})
Bacterias	5.6 x 10^4
Lactobacilos	3.5 x 10^4
Levaduras	25.7 x 10^5
Hongos	12 x 10^5

Las evaluaciones se efectuaron a los 55 días despupés de germinada la semilla, para lo cual se tomó una muestra al azar de 30 plántulas por parcela, determinando las siguientes variables:

- ♦ Altura de las plántulas: Se utilizó una regla graduada
- ♦ Número de hojas por plántula: Por conteo directo
- ♦ Diámetro del falso tallo: Se utilizó un pie de rey
- ♦ Longitud radical : Se utilizó una regla graduada
- ♦ Peso fresco y seco del sistema radical y del área foliar: Se realizó con una balanza técnica. El secado fue en una estufa a 65 °C de temperatura

Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño de bloque al azar y los datos compilados, procesados mediante un análisis de varianza, aplicándose la prueba de comparación múltiple de Duncan, auxiliándonos del paquete estadístico Statgraphics Plus ver. 5.0 para Windows.

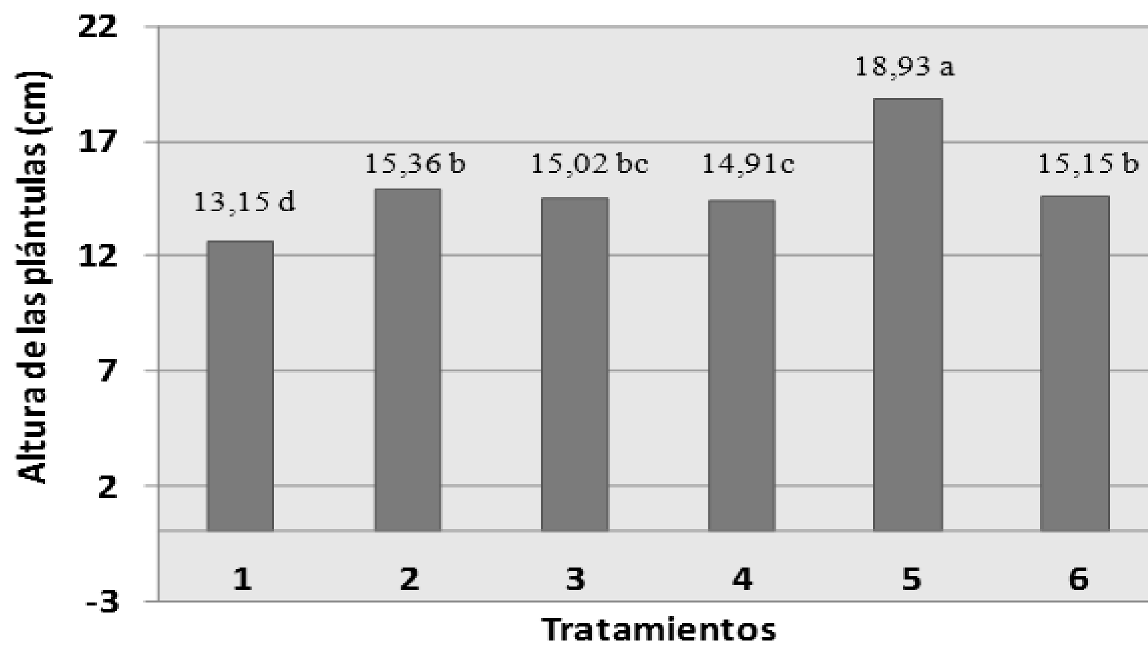
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto de la inoculación simple y combinada de ME y *T. harzianum* sobre la altura de las plántulas (Figura 1) muestra que el T5 tiene los mayores valores con 18,93 cm, el cual difiere significativamente del resto de los tratamientos. Investigaciones realizadas reportan que los microorganismos efectivos, cuando entran en contacto con la materia orgánica, secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quelatos y antioxidantes, cambian la micro y macro flora de la tierra y mejora el equilibrio natural. Los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumenta el contenido de humus, todo lo cual favorece el crecimiento de la planta. Al respecto Bejarano (2005) afirma que los ME degradan proteínas complejas y carbohidratos, además de producir sustancias bioactivas (vitaminas, hormonas, enzimas) que pueden estimular el crecimiento y la actividad de otras especies de ME, así como de plantas superiores.

Según Parets (2002) y Galeano *et al.* (2003) algunas especies de *Trichoderma* han sido reportadas como estimuladoras del crecimiento en numerosos cultivos hortícolas y plantas ornamentales desde la etapa de semillero. Por otra parte, Páez (2006), comprobó que *Trichoderma* produce sustancias estimuladoras del crecimiento y desarrollo de las plantas que actúan como catalizadores de los tejidos meristemáticos primarios, lo que acelera la reproducción celular, logrando que las tratadas alcancen un desarrollo más rápido que las no tratadas con dichos microorganismos.

El número de hojas por plántulas es una variable de gran importancia puesto que las posturas saldrán con mayor superficie foliar para realizar la fotosíntesis, por lo que tienen más capacidad de supervivencia en el campo. Al analizar este parámetro se aprecia que existen diferencia significativa entre los tratamientos (Figura 2), T5 (24 kg.m^{-2} de materia orgánica + 30 g.m^{-2} de *T. harzianum* + 15 mL.m^{-2} de ME a los 15 y 30 días de germinada la semilla) es el tratamiento que mostró mejor comportamiento con 3,46 hojas por plántulas; aunque se observa una tendencia al incremento del número de hojas con la aplicación de materia orgánica, *T. harzianum*, ME y los combinados de *T. harzianum* con ME, los cuales no difieren significativamente entre sí, lo que valida el efecto estimulador de estos productos.

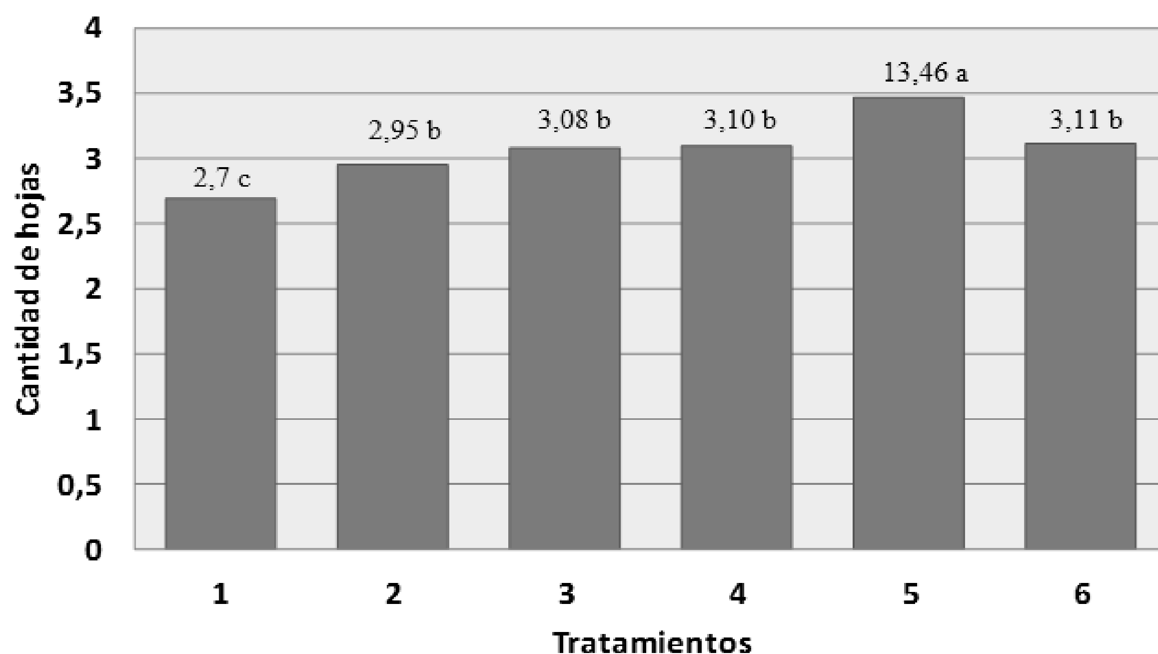
Ruiz *et al.* (2007) refieren que las aplicaciones de fertilizantes orgánicos en el cultivo de la cebolla a



Medias con letras diferentes, difieren significativamente para $p < 0.05$; E.S.= 0,115738

Figura 1. Efecto de las diferentes variantes de inoculación sobre la altura de la plántula

Leyenda: T1: Control; **T2:** 24 kg.m^{-2} de materia orgánica (estiércol vacuno); **T3:** 30 g.m^{-2} de *T. harzianum* ; **T4:** 15 mL.m^{-2} de ME en el momento de la siembra, a los 15 y 30 días de germinada la semilla; **T5:** 24 kg.m^{-2} de materia orgánica + 30 g.m^{-2} de *T. harzianum* + 15 mL.m^{-2} de ME a los 15 y 30 días de germinada la semilla; **T6:** 30 g.m^{-2} de *T. harzianum* + 15 mL.m^{-2} de ME a los 15 y 30 días de germinada la semilla



Medias con letras diferentes, difieren significativamente para $p < 0.05$; E.S.: 0,0213631

Figura 2. Número de hojas por plántulas

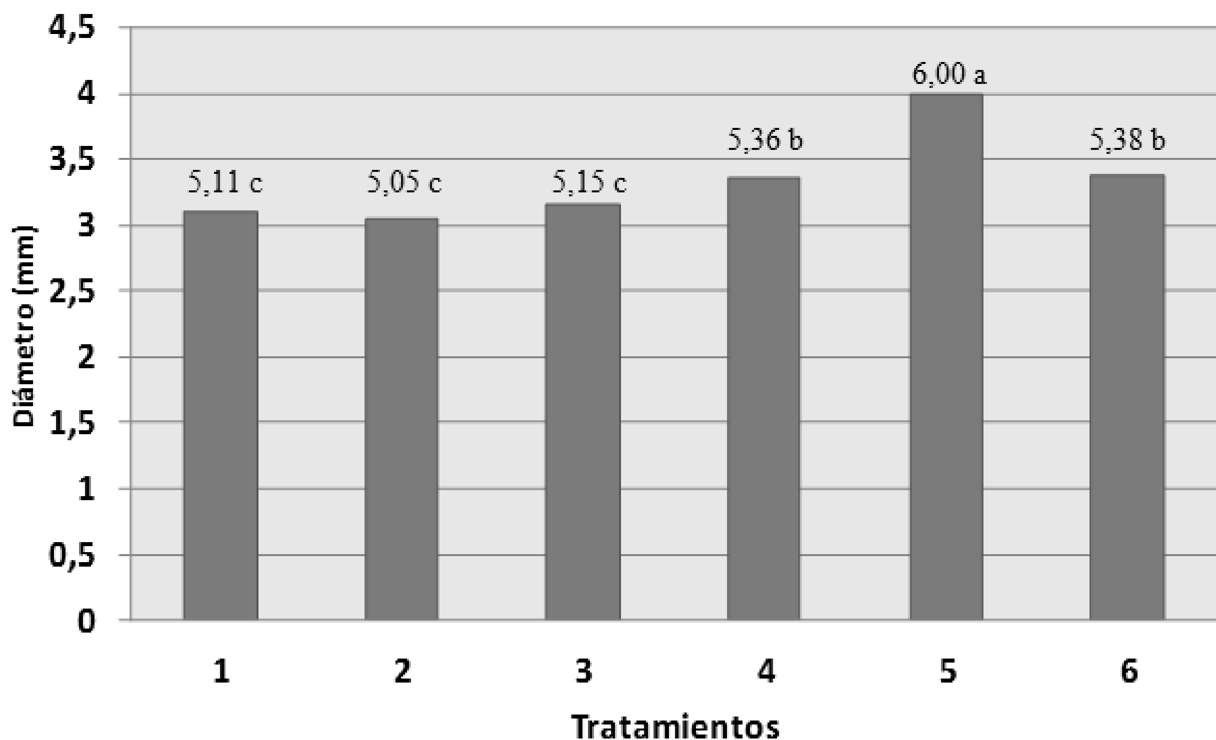
Leyenda: T1: Control; **T2:** 24 kg.m^{-2} de materia orgánica (estiércol vacuno); **T3:** 30 g.m^{-2} de *T. harzianum* ; **T4:** 15 mL.m^{-2} de ME en el momento de la siembra, a los 15 y 30 días de germinada la semilla; **T5:** 24 kg.m^{-2} de materia orgánica + 30 g.m^{-2} de *T. harzianum* + 15 mL.m^{-2} de ME a los 15 y 30 días de germinada la semilla; **T6:** 30 g.m^{-2} de *T. harzianum* + 15 mL.m^{-2} de ME a los 15 y 30 días de germinada la semilla

dosis altas (10 kg.m^2) favorece la cantidad de hojas por planta, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Páez (2006) cuando describe que al aplicar *Trichoderma* se favorece el desarrollo foliar de las plantas.

Al evaluar el diámetro del falso tallo (Figura 3) se aprecia que el valor más elevado corresponde a T5 con diferencias significativamente respecto a los demás tratamientos. La aplicación combinada de 30 g.m^{-2} de *T. harzianum* + 15 mL.m^{-2} de ME a los 15 y 30 días de germinada la semilla no difiere significativamente con el cuarto tratamiento (15 mL.m^{-2} de ME en el momento de la siembra, a los 15 y 30 días de germinada la semilla), pero si del resto de los tratamientos.

Al igual que en el resto de las variables estudiadas, el T5 mostró los mejores resultados en la longitud radical y difiere significativamente del resto (figura 4), lo que evidencia el efecto estimulador de la aplicación combinada de los productos estudiados. Díaz-Zorita y Fernández (2008), señalan que la incorporación de organismos seleccionados por sus funciones en diversos procesos que contribuyan a la implantación, desarrollo y producción de cultivos, son alternativas que permiten lograr aumentos en el crecimiento radical, así se favorece la exploración del suelo y se mejora la accesibilidad al agua y nutrientes. Igualmente, el uso de Microorganismos Eficientes en semillero incrementa el vigor y crecimiento de las raíces (Silva, 2009); aunque Contreras-Cornejo *et al.* (2009) manifiestan que *Trichoderma* spp. produce auxinas capaces de estimular el crecimiento de la planta y el desarrollo de la raíz.

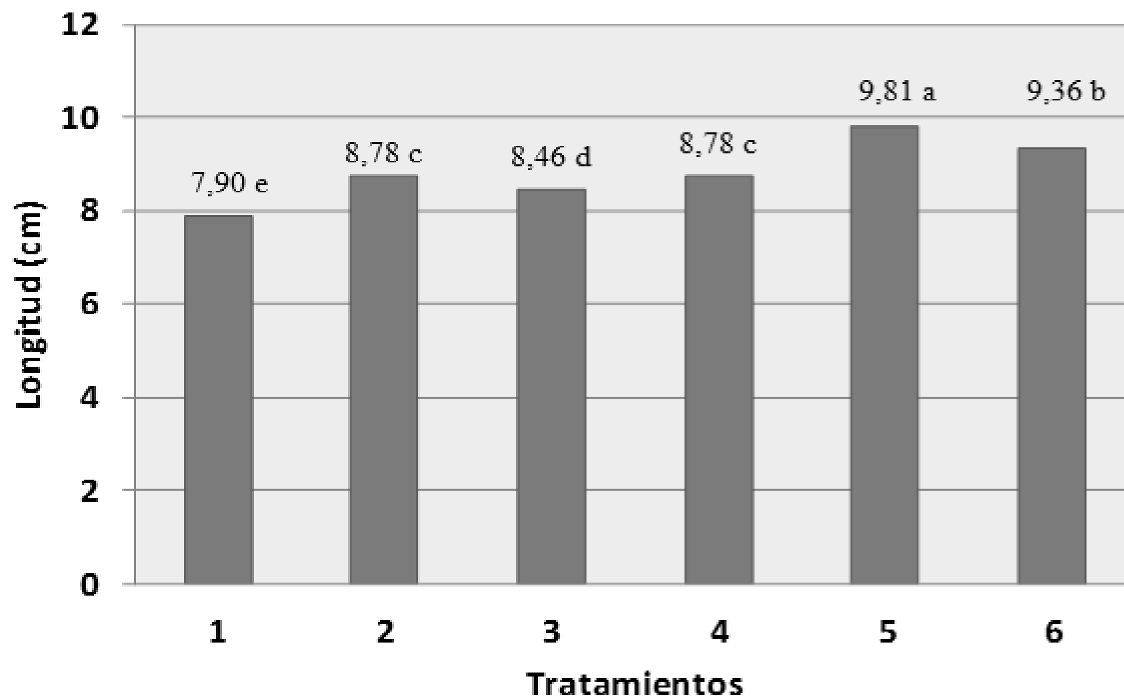
En la evaluación de los resultados obtenidos respecto al peso fresco y seco del sistema radical y del área foliar de las posturas, se observa que los mayores valores se obtienen con T5 (24 kg.m^{-2} de materia orgánica + 30 g.m^{-2} de *T. harzianum* + 15 mL.m^{-2} de ME a los 15 y 30 días de germinada la semilla), tratamiento que difiere



Medias con letras diferentes, difieren significativamente para $p < 0.05$; E.S.: 0,0298673

Figura 3. Diámetro del falso tallo

Leyenda: T1: Control; **T2:** 24 kg.m^{-2} de materia orgánica (estiércol vacuno); **T3:** 30 g.m^{-2} de *T. harzianum* ; **T4:** 15 mL.m^{-2} de ME en el momento de la siembra, a los 15 y 30 días de germinada la semilla; **T5:** 24 kg.m^{-2} de materia orgánica + 30 g.m^{-2} de *T. harzianum* + 15 mL.m^{-2} de ME a los 15 y 30 días de germinada la semilla; **T6:** 30 g.m^{-2} de *T. harzianum* + 15 mL.m^{-2} de ME a los 15 y 30 días de germinada la semilla



Medias con letras diferentes, difieren significativamente para p < 0.05; E.S.: 0,0507753

Figura 4. Longitud radical

Leyenda: T1: Control; **T2:** 24 kg.m^{-2} de materia orgánica (estiércol vacuno); **T3:** 30 g.m^{-2} de *T. harzianum* ; **T4:** 15 mL.m^{-2} de ME en el momento de la siembra, a los 15 y 30 días de germinada la semilla; **T5:** 24 kg.m^{-2} de materia orgánica + 30 g.m^{-2} de *T. harzianum* + 15 mL.m^{-2} de ME a los 15 y 30 días de germinada la semilla; **T6:** 30 g.m^{-2} de *T. harzianum* + 15 mL.m^{-2} de ME a los 15 y 30 días de germinada la semilla

Tratamientos	Sistema radical		Área foliar	
	Peso fresco (g)	Peso seco (g)	Peso fresco (g)	Peso seco (g)
T1	4,10 ^{d}	2,41 ^{b}	2,96 ^{c}	1,61 ^{d}
T2	4,34 ^{bc}	2,55 ^{b}	3,00 ^{c}	1,65 ^{cd}
T3	4,16 ^{cd}	2,48 ^{b}	3,15 ^{c}	1,85 ^{c}
T4	4,41 ^{b}	2,53 ^{b}	3,36 ^{b}	1,85 ^{c}
T5	5,01 ^{a}	3,18 ^{a}	3,95 ^{a}	2,90 ^{a}
T6	4,21 ^{bc}	2,58 ^{b}	3,38 ^{b}	2,21 ^{b}
E.S.	0,0351706	0,0312703	0,0352041	0,0362451

Medias con letras desiguales, difieren significativamente para p < 0.05

Leyenda: T1: Control; **T2:** 24 kg.m^{-2} de materia orgánica (estiércol vacuno); **T3:** 30 g.m^{-2} de *T. harzianum* ; **T4:** 15 mL.m^{-2} de ME en el momento de la siembra, a los 15 y 30 días de germinada la semilla; **T5:** 24 kg.m^{-2} de materia orgánica + 30 g.m^{-2} de *T. harzianum* + 15 mL.m^{-2} de ME a los 15 y 30 días de germinada la semilla; **T6:** 30 g.m^{-2} de *T. harzianum* + 15 mL.m^{-2} de ME a los 15 y 30 días de germinada la semilla

significativamente del resto. Los menores valores corresponden al Control (Tabla 2).

Los resultados analizados en ambos indicadores muestran que el desarrollo de las plántulas fue favorecido con la aplicación de los productos evaluados, lo que se fundamenta a partir de la mayor producción de biomasa producto del balance entre la fotosíntesis y la respiración.

Vázquez y Torres (1995) describen que el crecimiento es un cambio cuantitativo e incluye aumentos en la longitud y masa seca, incrementos estos que pueden deberse a la acción de las sustancias de crecimiento. En tal sentido Santos *et al.* (2010) señalan que la producción de masa seca total es el resultado de la eficiencia del follaje en la intercepción y utilización de la radiación solar disponible durante el ciclo de crecimiento, proceso regido por factores internos de la planta, como el comportamiento de la fotosíntesis y la respiración.

CONCLUSIONES

1. La aplicación de ME y *T. harzianum* favoreció la producción de postura de cebolla con mayor calidad, expresada en las variables altura, número de hojas, diámetro del falso tallo, longitud radical, así como en la masa fresca y seca del sistema radical y del área foliar.

2. El T5 (Materia orgánica 24 kg.m^{-2} + *Trichoderma harzianum* 30 g.m^{-2} + Microorganismos Eficientes a 15 mL.m^{-2} a los 15 y 30 días de germinada la semilla) mostró los mejores resultados en cada una de las variables evaluadas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bejarano, H.: Elaboración, uso y manejo de los abonos orgánicos. 2005. En sitio web: http://humano.ya.com/holbeja/abonos.htm Consultado el 05 de abril, 2013.

2. Contreras-Cornejo, H.A.; L. Macías-Rodríguez; C. Cortes-Penagos; J. López-Bucio: *Trichoderma virens,* a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in Arabidopsis. Plant Physiol.149:1579 - 1592, 2009.

3. Díaz-Zorita M.; C.M.V. Fernández: Análisis de la producción de cereales inoculados con *Azospirillum brasilense* en la República Argentina. En: Cassán F.; I.E. Garcia de Salamone (eds.). *Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Asociación Argentina de Microbiología. Buenos Aires. 2008, pp. 155-266.

4. Donoso, E.; G.A. Lobos; N. Rojas: Efecto de *Trichoderma harzianum* y compost sobre el crecimiento de plántulas de Pinus radiata en vivero. *Bosque (Valdivia)*. 29 (1):52-57, 2008.

5. Galeano, M.; M. del Mar Téllez; L. Lara y A. Urbaneja: Efecto de *Trichoderma harzianum* T-22 sobre un cultivo de judía. *Agrícola Vergel* 26 (4):249-253, 2003.

6. Madera, T.; R. Millas; P. Tabora: The beneficial *microorganisms contained in EM* produce plant hormones, may have been healthier because of *the inoculation* of beneficial *microorganisms*. 2009. En sitio web: http://www.effectivemicroorganismstechnology.com Consultado el 21 de enero de 2012.

7. Páez, O.: Uso Agrícola del *Trichoderma*. 2006. En sitio web: http://www.soil-fertility.com/trichoderma/espagnol/index.shtml Consultado el 05 de abril de 2013.

8. Parets, S.E.: Evaluación agronómica de la coinoculación de micorrizas arbusculares, *Rhizobium phaseoli* y *Trichoderma harzianum* en el cultivo de fríjol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Universidad Agraria de La Habana, La Habana, Cuba. 2002, 100 p.

9. Rodríguez, W.: Cebolla doce. Horticultura Brasileira 22 (1):1-2, 2004.

10. Ruiz, C.; T. Russián; D. Tua: Efecto de la fertilización orgánica en el cultivo de la cebolla. Agronomía Tropical. 57: 7–14, 2007.

11. Santos, M.; M. Segura; C.E. Ñústez: Análisis del crecimiento y relación fuente-demanda de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el municipio Zipaquirá (Cundinamarca,

Colombia). *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín* 63(1):5253 – 5266, 2010.

12. Silva, M. Microbiología General [en línea] 2009. Disponible en: http://microbiologia-general.blogspot.com/2009/05/microorganismos eficientes.html Consultado el 22 de marzo de 2013.

13. Stanier, R.S.: Microbiología. Segunda edición. Editorial Revert, Barcelona, España. 1996, 750 p.

14. Vázquez, E. y S. Torres: Fisiología vegetal. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 1995, 289 p.

Recibido:04/09/2014
Aceptado:16/02/2015